

大学院集中講義

講義名：物理化学特別講義 I, 量子物質理工学特別講義

講師：小鍋哲（法政大学・教授）

タイトル：原子層物質の基礎物性

日時・場所：8月28日（木） 2, 3, 4限 **8号館302室**

8月29日（金） 2, 3, 4限 **8号館302室**

9月1日（月） 4, 5*限 **8号館302室**

（9月1日の5限はセミナーです）

授業番号：物理化学特別講義 I 博士前期：R0315、博士後期：R0316

量子物質理工学特別講義 W0014

履修 URL：<https://forms.office.com/r/Wb14yWuMUm>

履修申請締め切り：2025年8月20日



※大学院分野横断プログラム「量子物質理工学特別講義」として履修する場合、上記履修 URL 又は QR コードからの履修申請はできません。「分野横断専門科目」の履修方法に従ってください。

問い合わせ先：物理学専攻 柳和宏

E-mail: kyanagi@tmu.ac.jp

講義要旨：

遷移金属原子 ($M = \text{Mo}, \text{W}$) とカルコゲン原子 ($X = \text{S}, \text{Se}$) がハニカム構造を形成する単層遷移金属ダイカルコゲナイド (transition metal dichalcogenide, TMD) MX_2 は、二次元原子層材料であり、低エネルギーの電子物性はディラック電子によって支配されています。TMD では、電子の電荷やスピンの加えて、ブリルアンゾーン内の特定の波数 (バレー) も電場・磁場・光といった外部場によって制御可能であり、それに起因する多様な物性 (バレー物性) が注目されています。さらに、単層 TMD を垂直方向に積層したファンデルワールスヘテロ構造では、単層 TMD の性質に加え、積層構造特有の新たな物性が現れます。とくに、二層系ではモアレ超格子によって長周期のポテンシャルが形成され、新しい量子物質として興味深い研究対象となっています。本講義では、単層 TMD およびファンデルワールスヘテロ構造の電子物性、特に光物性とバレー物性について基礎から学びます。理解を深めるために、以下のトピックを取り上げます：

- ・結晶対称性と低エネルギー有効ハミルトニアンによる電子状態の記述
- ・プロット状態に起因するトポロジカル効果 (ベリー位相、ベリー曲率、異常速度)
- ・光学応答の基礎 (摂動論による記述)
- ・光励起による多体状態 (多体量子論の基礎)

これらの物性物理の基本概念を学びながら、近年の先端的な物質科学研究の動向にも触れていきます。

内容：

第1回 単層TMD の結晶構造と電子状態

第2回 単層TMD の低エネルギー電子状態

第3回 電子状態のトポロジの基礎

第4回 半導体の光吸収

第5回 励起子の基礎

第6回 単層TMD の光物性とバレー物性

第7回 TMD モアレ系の電子物性

第8回 セミナー：低次元ナノ物質の熱放射

セミナー題目：低次元ナノ物質の熱放射

要旨：熱放射は、あらゆる物体が温度に応じて電磁波を放射する極めて普遍的な現象であり、特に遠方場熱放射は、プランクの法則や黒体放射といった理論的枠組みによってよく理解されてきた。ところが、近年の研究により、単層遷移金属ダイカルコゲナイドやカーボンナノチューブといった量子効果が顕著な低次元ナノスケール物質においては、黒体放射とは異なり、狭帯域かつ構造に依存した熱放射スペクトルが現れることが明らかになってきた。これは、励起子や励起子ポーラロンといった量子多体状態が、熱平衡下における熱放射に決定的な影響を与えるためである。本セミナーでは、これらの新奇な熱放射現象に関する我々の最近の研究成果を紹介する。